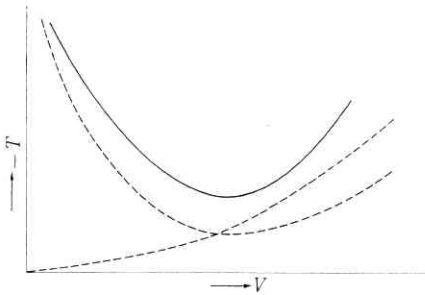


わすと次式のようになる.

$$T_k = -(A_3 V^2 + B_3 V + C_3 V \cdot e^{-\alpha_1 V} + D_3 V e^{-\alpha_2 V}) \quad (8)$$



第 1 図 路面とタイヤの間に生ずるトルク

$$T_k = -A_3 V^2 - (B_3 + C_3 e^{-\alpha_1 V} + D_3 \cdot e^{-\alpha_2 V}) V \quad (9)$$

(8)式は(7)式中の A_0, C_1 などを(5)の定数にもどし

整理することにより求まる.

A_3, B_3, C_3 等はいずれも V に無関係の定数である.(9)式を図に示すと第1図のようになると思われる.

3. 結 言

舵の重さについて, 主要因子と思われるものにつき考察し, 路面タイヤ間に生ずるトルクの特性を理論計算により求めた. そこで第3報に実験によって求めた各因子を報告したいと考えている. (1963年11月11日受理)

参 考 文 献

- 1) 小口泰平: “自動車の据切りおよび低速時の操舵トルク” (第1報) 生産研究 15, 1, p. 20 (1963)
- 2) 小口泰平, 中島隆: “自動車の操舵トルクに関する実験と解析” (その2) 自動車技術会春季学術講演会前刷集 p. 111 (1963)
- 3) 坂下和史: “自動車のシミールに関する研究” 東洋工業 p. 22 (1961)

自動車の低速時における操舵トルク (第3報)

On the Steering Torque at Slow Speed of Automobile (part 3)

小 口 泰 平

1. 緒 言

第2報で述べた自動車の走行時における操舵トルクの主要因子について, 実験により求め考察した.

2. 実 験 装 置

操舵力および操舵角の測定には, 操舵力操舵角計を用いている (写真1, 第1図に測定計器のブロックダイア

グラムを示す. 車速の算出は, 簡易残跡装置による距離と時間の関係から求めた. 重心高の変化に要するトルクの測定には, 前輪をセンターレス・ターニングラジアスゲージの上に乗せて操舵トルクを求めている.

遠心力の影響のうちローリングの影響による因子の測定は, 車体にローリングモーメントを与えて所定の操舵を行ない, 他の因子と分離して求めている (写真2).

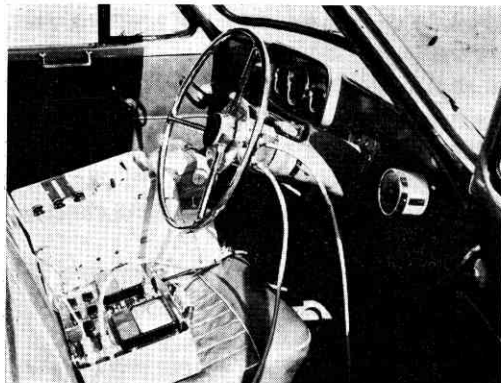


写真1 操舵力操舵角計を用いた測定装置

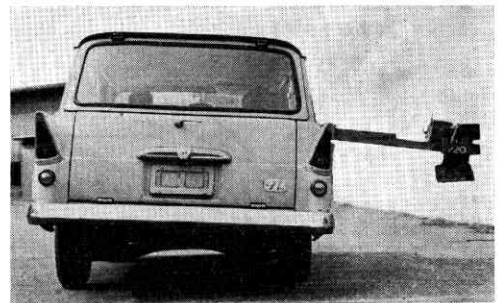
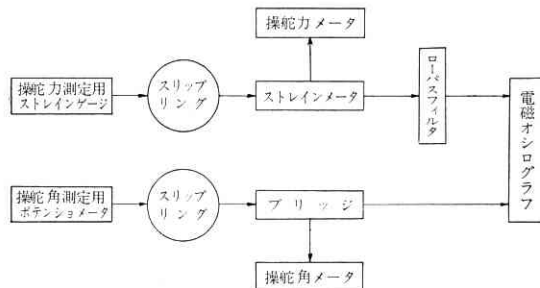


写真2 ローリングモーメント 228m・kg
ロール角 3deg

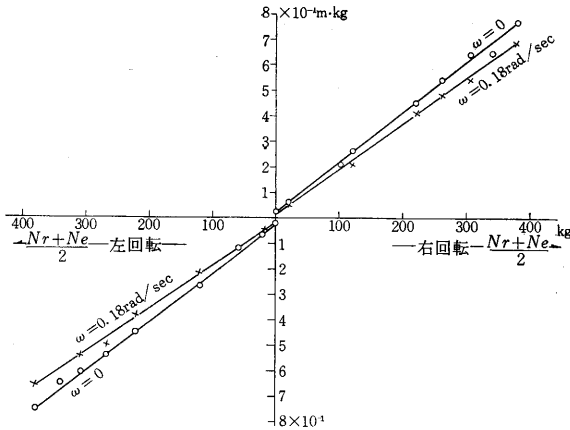


第 1 図 測定計器ブロックダイアグラム (操舵力操舵角計)

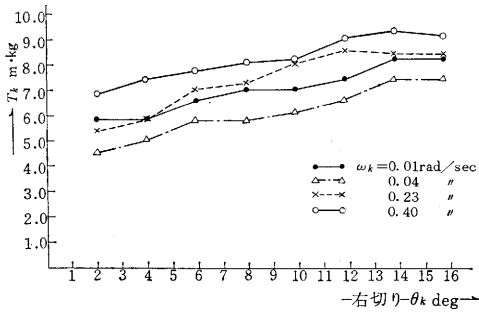
3. 重心高の変化および操舵系の摩擦に要するトルク

センターレス・ターニングラジアスゲージの上に前輪をのせ, 測定した操舵トルクからテーブルの摩擦トルクを差し引けば, 操舵系の所要トルクおよび重心高の変化に要するトルクが求まる.

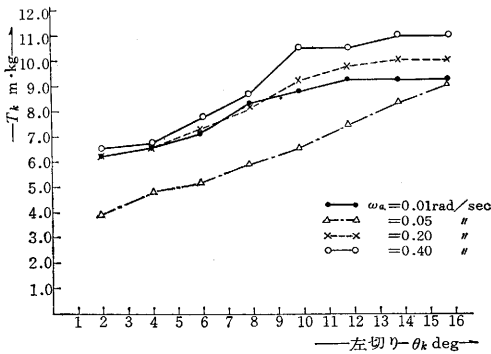
第2図に, センターレスターニングラジアスゲージの最大静止摩擦トルク, 動摩擦トルク (角速度=0.18 rad/sec) の測定値を示す. なお, これらの値は, 一定角速度のもとで測定しているため慣性によるトルクは入っていない (正確には, 動きはじめる時に慣性の項が入る



第2図 センターレスタリングラジアスゲージの摩擦トルク



第3図 操舵系の所要トルク (含重心高の変化に要するトルク)



第4図 操舵系の所要トルク (含重心高の変化に要するトルク)

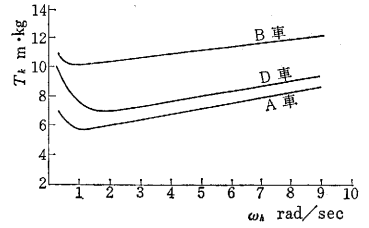
が、角加速度が小さいため考えに入れない。

第3図、第4図は、実舵角速度を変えた場合の各実舵角における(操舵系の摩擦トルク+重心高の変化に要するトルク)を示す。実舵角の増加に伴いトルクが増すのは、重心高の変化に要するトルクがふくまれているためと考えられる。

第5図は、各車における操舵角速度とトルクとの関係を示す。この特性は、ジャーナル軸受の境界潤滑から油

膜潤滑に変わる時と同じ特性を示しており、ハンドル角速度が非常に小さい時は、固体摩擦が支配的で、摩擦ト

ルクは大となり、ハンドル角速度が増すと摩擦トルクは減少するが、ハンドル角速度が、 $\omega_h=1\text{rad/sec}$ 程度をこえると粘性摩擦の項が大きくなり、トルクはハンドル角速度の増大に伴い再び大きくなっている。



第5図 操舵系の所要トルク特性 (含重心高の変化に要するトルク)

4. ローリングが生ずるための影響

自動車が行なうと遠心力によりローリングを起し、その結果荷重配分の変化が生ずる。またアライメントの変化、すなわち左右輪のキャンバ、キングピンインクリネーション等が変わり、これらの変化によるトルクが影響をうける。

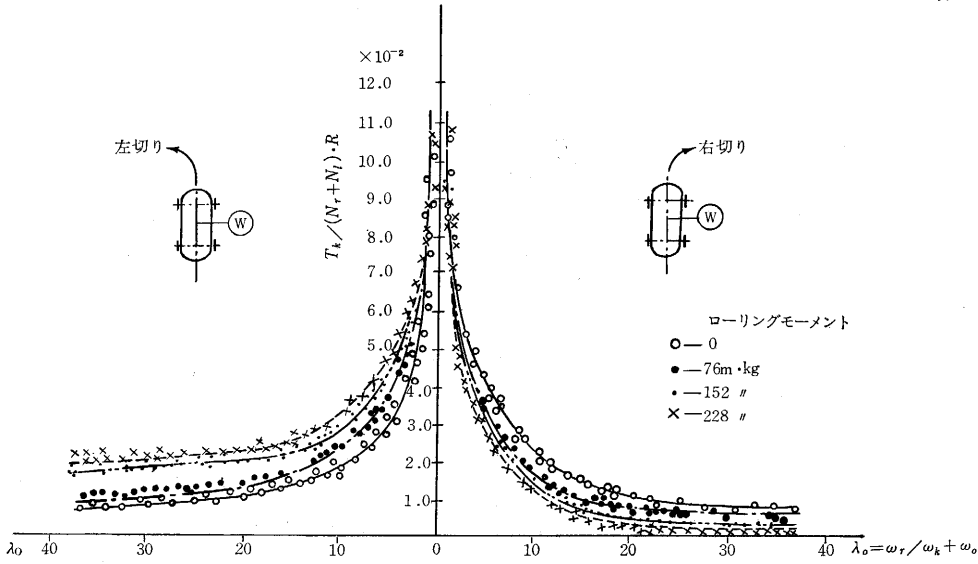
そこで、ローリングの影響を求めするため、車体に腕を出し(写真2)、数種類の荷重をこれに取り付けてローリングモーメントを与えて、一定車速(0.2~20km/h程度)までの間、数10点について)を保ちつつ、直線走行し、右切りの場合はまず左に一定の操舵角速度にて、一定角操舵し、つぎにその点から右に一定の角速度で所定の角度だけ操舵する(以下S字操舵と呼ぶ)。そしてこの間に舵角が「ゼロ」を通過する時の操舵トルクおよび操舵角速度を測定した。このようにすれば、測定時の舵角は「ゼロ」であるため、車輪の横すべり角によるコーナリングフォースは、測定時に生じていないものと考えられる。

左切りの場合は、同様のS字操舵を右左入れかえて行なう。なお、車体の慣性によるロール角、車体姿勢角等の舵角に対する時間遅れは、実験範囲が比較的低速であるので小さいものと考えた。

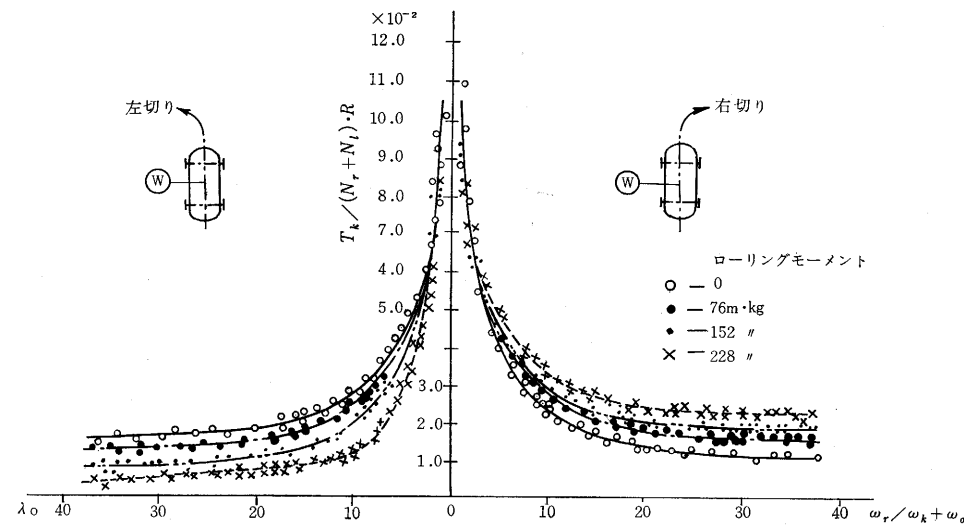
第6図に、車の進行方向に対して、右側に荷重を加え、時計方向にローリングモーメントを与えた場合の左切りおよび右切りの測定結果を示す。

第7図に車の進行方向に対して左側に荷重を加えて反時計方向にローリングモーメントを与えた場合の左切りおよび右切りを示す。第6図、第7図で、荷重をかけた反対側に操舵した左右切りおよび荷重をかけた側に操舵した左右切りがまったく対称ではない。これは、左右のアライメントの多少の差によるものと考えられる。そこで、左右の平均値をとって整理し、ローリングの影響による操舵トルク特性を求めたものが第9図である。

測定は、ローリングモーメント 76m.kg, 152m.kg, および、228m.kg を与えた場合について行ない、これらは、おのおの試験車が求心加速度 0.08g, 0.15g, および 0.21g で旋回する時に作用する値である。負号を付したものは、モーメントを与えるための荷重を加えた



第 6 図 ローリングモーメントを与えた場合の操舵トルク (その 1)



第 7 図 ローリングモーメントを与えた場合の操舵トルク (その 2)

のと同じ側に操舵した時の値を示す。実際の旋回において、このような場合は生じないが、全体の現象を把握するために実験を行なった。しかし、これらの値は、前述したように、コーナリングフォースが「ゼロ」の時の値を測定しているから、同図でローリングモーメントを加えた場合の値と、これを加えない時の値 (ローリングモーメント=0) の差が操舵トルクに及ぼす影響と考えてよい。

5. コーナリングフォースが生ずるための影響

一定車速 (0.2~20km/h 程度までの間数 10 点について) を保ちつつ直線走行し、その状態から一定角速度 (2.0 rad/sec) で一定角だけ操舵 (右切りおよび左切り) を行なうと、前報に述べたように車が動きはじめると、

摩擦トルクからセルフアライニングトルクに変遷するため、操舵トルクは急速に小さくなり、一定値 (操舵系の摩擦トルク+重心高の変化に要するトルク) に漸近する。さらに車速が大きくなるにつれ遠心力による影響が現われてきて、一度減少した操舵トルクは再び増大しはじめる。

第 9 図に測定結果を示す。ここで、左切り右切りがまったく対称でないのは左右アライメントの多少の差によるものと考え、左右の平均値をとって整理すると、第 10 図のようになる。

第 11 図は、実舵角速度を

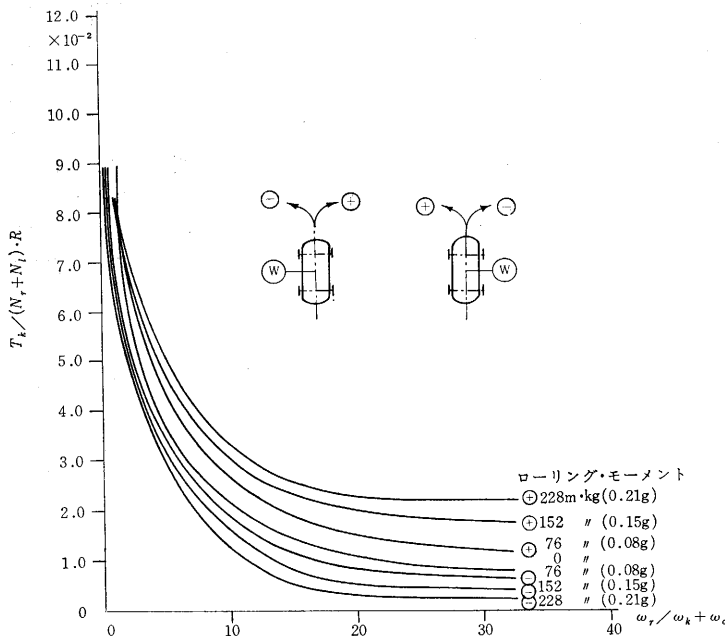
変えた場合の操舵トルク特性を示す。

第 10 図の曲線上の数字は、その時の求心加速度の大きさを示す。この操舵トルクからローリングが生ずるために発生する操舵トルクを差し引けば、横すべり角が生ずるための影響、すなわちコーナリングフォースによる車輪のセルフアライニングトルクの値が求まる。

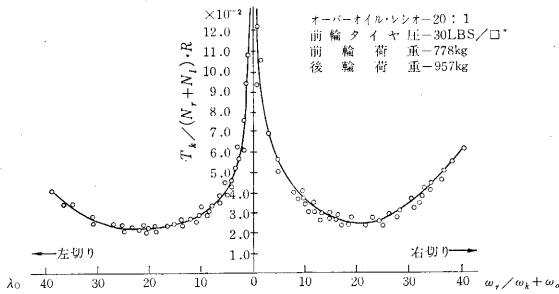
以上のようにして実験を行なった走行時の操舵トルクのおおのこの因子を整理したのが第 12 図である。

すなわち、図中の [A] が車輪の横すべり角によって生ずるトルクで、[C] がキングピンまわりの車輪角速度によって生ずるトルクとなり、この両者の和 [A]+[C] が、路面とタイヤの間に生ずるトルクとなる。[B] は、実験によって求めたローリングによって生ずるトルクと

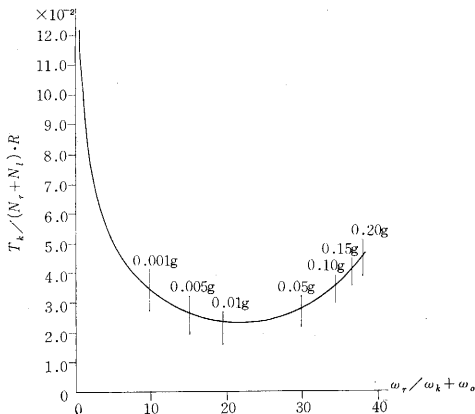
研究速報



第8図 ローリングの影響による操舵トルク特性



第9図 低速時の操舵トルク特性 (その1)



第10図 低速時の操舵トルク特性 (その2)

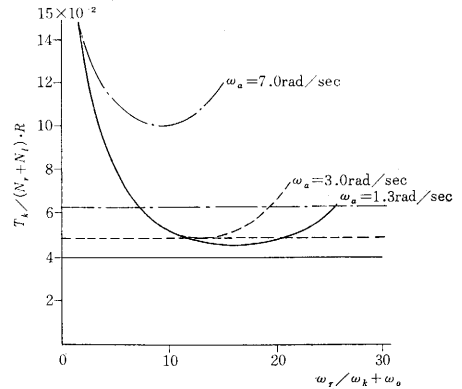
なり、[E] は、重心高の変化によって生ずるトルクとなり、[B] + [E] が幾何学的要素の変化によって生ずるトルクとなる。[D] は、操舵系の摩擦によって生ずるトルクとなる^{1), 2), 3)}。

6. 結 言

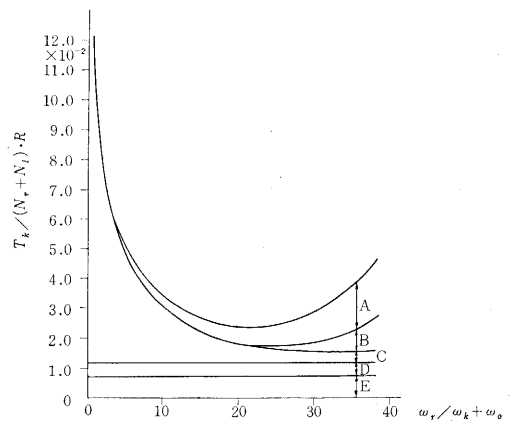
舵の重さについて、主要因子と思われるものについて実験を行ない、各因子がどのように影響を及ぼしているか解析した。今回は、コーナリングフォースによるセルフアライニングトルクの項を、求心加速度で整理し算出したが、つぎに、ロール角によって整理し算出したいと考えている。また、さらに、この値を実験により直接分離して測定することを検討している。 (1963年11月11日受理)

参 考 文 献

- 1) 小口泰平：“自動車の据切りおよび低速時の操舵トルク” (第1報) 生産研究 15, 1, p.20 (1963)
- 2) 小口泰平, 中島 隆：“自動車の操舵トルクに関する実験と解析” (その2) 自動車技術会春季学術講演会前刷集 p. 111(1963)
- 3) 小口泰平：“自動車の操舵トルクに関する実験と解析” (その3) 自動車技術会秋季学術講演会前刷集 p. 113 (1963)



第11図 実舵角速度変化による操舵トルク特性



第12図 低速時の操舵トルク特性 (その3)